



●中文核心期刊 ●CA收录期刊 ●中国科学引文数据库来源期刊 ●荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖

ISSN 1001-3539

CN 37-1111/TQ

# 工程塑料应用

Gongcheng Suliao Yingyong

ENGINEERING PLASTICS APPLICATION



# 低碳环保 绿色生活

五三科技 创新未来



ISSN 1001-3539



9 771001 353235

中国兵器工业集团第五三研究所  
中国兵工学会非金属专业委员会  
兵器工业非金属材料专业情报网

主办



2023  
第51卷  
·月刊· 10

# 目次

## 材料与应用

- 壳聚糖接枝PGMA增容PLA/PBAT复合材料的结构与性能···朱晔,张鑫,杨海存,等(1)
- 三聚氰胺聚磷酸盐协效二乙基次磷酸铝阻燃PLA·····谭旭,郭聪,耿丽,等(8)
- EP/MWCNTs复合材料的制备及其压阻性能·····李风,张密,于洲,等(14)
- 环氧树脂/玻璃纤维@聚吡咯复合吸波材料的制备及性能·····  
·····康逢辉,张可鑫,程亚杰,等(24)
- ABS/废弃PCB环氧树脂复合材料的制备及性能·····徐豪,胡棚,彭湘红,等(31)
- 含降冰片低介电透明聚酰亚胺的合成及性能·····黄安民,彭军,王进,等(37)
- FEP含量对PTFE/SiO<sub>2</sub>复合薄膜性能的影响·····韩桂云,冯春明,李强,等(44)
- 无卤阻燃玄武岩纤维增强聚丙烯复合材料的制备与性能·····胡志(49)
- 高刚高韧PC/ABS合金的制备及性能·····丁步鹏,纪效均,沈圣翔(55)
- 高阻醇PVDF/超支化聚酰胺共混质子交换膜的制备及性能·····  
·····宋红霞,马丽英,陈璐,等(62)

## 加工

- 汽车电控单元保护壳翘曲变形特性及成型优化·····孙宝林,陈誉,张艳芹,等(69)
- 基于连续纤维增材制造工艺的四旋翼无人机拓扑优化·····熊婷,钱波,胡珍涛,等(76)
- 基于CAE与遗传算法的汽车B柱外饰板轻量化设计·····陈毅超,王辉(85)
- 工艺参数对水辅注塑弯管弯曲段偏心率影响的数值分析·····  
·····叶海鹏,柳和生,张伟,等(92)
- 车刀TPU保护套的正逆向混合设计与增材制造·····王琛,贡森,张晨赞,等(100)

## 机械与模具

- 扫地机手柄侧盖多元构件顶出机构注塑模设计·····路英华,肖国华,李亚峰,等(106)
- 基于自动脱螺纹的揭盖式洗发水瓶盖双色注塑模设计·····王静,刘雪敏,谷海洋(113)
- 温控器面壳注塑模具设计·····黄继战,范玉,肖根先(118)

## 测试与老化

- 基于实验结合密度泛函理论的PVDF/GO复合膜的过滤性能·····  
·····林秀玲,孟歌,施佳利,等(125)
- 含氧高分子材料在浓硫酸介质中的耐腐蚀性机理·····宗韧哲,王志强,蔡尚脉,等(132)

## 填料与助剂

- 氢化腰果酚-含氮杂环抗氧化剂在聚丙烯中的应用·····何雨霖,曾雪梅,向本好,等(140)
- 环氧树脂界面改性剂对PPS/CFF复合材料性能的影响·····  
·····向志东,陶渊达,边祥成,等(148)
- 成核剂和扩链剂对PLA/PBAT共混体系性能的影响·····刘凤玉(154)
- 热可逆黄原酸酯链转移剂制备及在VDF聚合中的应用·····翟丛丛,林帅,杨寒,等(160)

## 综述

- 回收PET力学性能的改性研究进展·····赵恬娇,董亚鹏,王淑惠,等(167)
- PLA与PBAT共混改性研究进展·····张禹,何继敏,周麒,等(173)
- 天然纤维增强热塑性复合材料制备与应用研究进展·····张萌,冯冰涛,王晓珂,等(179)
- 抗菌聚丙烯的制备及应用研究进展·····龙思宇,曾舒,钟安澜,等(186)



# 工程塑料应用

月刊·公开发行·1973年创刊

第51卷,第10期  
(总第408期)

2023年10月10日出版

主管 中国兵器工业集团有限公司  
主办 中国兵器工业集团第五三研究所  
中国兵工学会非金属专业委员会  
兵器工业非金属材料专业情报网

编辑·出版《工程塑料应用》编辑部

社长·主编 王金立

执行主编 张振

编辑部主任 谈桂春

通讯地址 济南市天桥区田庄东路3号

邮政编码 250031

电话 编辑部:0531-85878057

广告部:0531-85878220

发行部:0531-85878223

传真 0531-85947355

电子信箱 epa@epa1973.com

网址 www.epa1973.com

www.epa1973.net

排版 本刊编辑部

印刷 济南继东彩艺印刷有限公司

国内发行 济南市邮政局

邮发代号 24-42

国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司  
(北京399信箱100048)

国外发行代号 M4503

中国标准连续出版物号

CN 37-1111/TQ

ISSN 1001-3539

鲁广发登字 3700005025号

全国各地邮局均可订阅 每册定价30元  
本刊杂志社办理订阅

本期责任编辑 齐贵亮,李丰彦,代芳

著作权使用声明

本刊已许可知网、万方、维普、超星等以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含上述数据库著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。



**ENGINEERING  
PLASTICS  
APPLICATION  
(EPA)**

Monthly

(Started Publication in 1973)

Vol.51, No.10, 2023

(Series No.408)

Published on Oct. 10, 2023

**Superintended by**

China North Industries Group Corporation Limited

**Sponsored by**

CNGC Institute 53, etc.

**Editor & Publisher**

The Magazine House of  
ENGINEERING PLASTICS APPLICATION

**Director & Chief Editor** Wang Jinli

**Executive Chief Editor** Zhang Zhen

**Editorial Director** Tan Guichun

**Add** No.3 Tianzhuang East Road, Tianqiao  
District, Jinan, China

**Postcode** 250031

**Tel** +86 531 85878057 85878224  
85878220 85878223

**Fax** +86 531 85947355

**E-mail** epa@epa1973.com

**Website** www.epa1973.com  
www.epa1973.net

**Distributor Abroad**

China International Book Trading Corporation  
(P.O. Box 399, Beijing 100048, China)

**Distributing Code Abroad** M4503

**China Standard Serial Numbering**

ISSN 1001-3539  
CN 37-1111/TQ

**Duty Editor** **Qi Guiliang**  
**Li Fengyan**  
**Dai Fang**

## Main Contents

### Materials & Applications

- Structure and Properties of Poly(Lactic Acid)/Poly(butyleneadipate-co-terephthalate) Composites Compatibilized with Chitosan Grafting PGMA ..... *Zhu Ye, Zhang Xin, Yang Haicun, et al.* (1)
- MPP Synergized with ADP Flame Retardant PLA ..... *Tan Xu, Guo Cong, Geng Li, et al.* (8)
- Preparation of EP/MWCNTs Composites and Their Piezoresistive Properties ..... *Li Feng, Zhang Mi, Yu Zhou, et al.* (14)
- Preparation and Properties of Epoxy Resin/Glass Fiber@Polypyrrole Composite Absorbing Materials ..... *Kang Fenghui, Zhang Kexin, Cheng Yajie, et al.* (24)
- Preparation and Properties of ABS/Waste PCB Epoxy Resin Composites ..... *Xu Hao, Hu Peng, Peng Xianghong, et al.* (31)
- Synthesis and Properties of Polyimide Containing Norborneol with Transparency and Low Dielectric Constant ..... *Huang Anmin, Peng Jun, Wang Jin, et al.* (37)
- Effect of FEP Content on Performances of PTFE/SiO<sub>2</sub> Composite Films ..... *Han Guiyun, Feng Chunming, Li Qiang, et al.* (44)
- Preparation and Performances of Halogen-Free Flame-Retardant Basalt Fiber Reinforced Polypropylene Composites ..... *Hu Zhi* (49)
- Preparation and Properties of PC/ABS Alloys with High Stiffness and Toughness ..... *Ding Bupeng, Ji Xiaojun, Shen Shengxiang* (55)
- Preparation and Properties of High Methanol-Permeation Resistivity PVDF/Hyperbranched Polyamide Hybrid Proton Exchange Membrane ..... *Song Hongxia, Ma Liying, Chen Lu, et al.* (62)

### Process Technology

- Warping Deformation Characteristics and Molding Optimization of Automotive Electronic Control Unit Protective Shell ..... *Sun Baolin, Chen Yu, Zhang Yanqin, et al.* (69)
- Topology Optimization of Quadcopter Unmanned Aerial Vehicle based on Continuous Fiber Additive Manufacturing Process ..... *Xiong Ting, Qian Bo, Hu Zhentao, et al.* (76)
- Lightweight Design of Automotive B-pillar Exterior Panel based on CAE and Genetic Algorithm ..... *Chen Yichao, Wang Hui* (85)
- Numerical Analysis of Influence of Process Parameters on Eccentricity of Bending Sections in Water-assisted Injection-Molded Double-Elbow Bent Pipes ..... *Ye Haipeng, Liu Hesheng, Zhang Wei, et al.* (92)
- Forward and Reverse Hybrid Design and Additive Manufacturing of TPU Protective Sleeves for Turning Tools ..... *Wang Chen, Gong Sen, Zhang Chenyun, et al.* (100)

### Machinery & Moulds

- Design of Injection Mould for Multi-component Ejector Mechanism of Handle Side Cover of Sweeper ..... *Lu Yinghua, Xiao Guohua, Li Yafeng, et al.* (106)
- Design of Dual Color Injection Mould for Uncovering Shampoo Bottle Caps based on Automatic Thread Removal ..... *Wang Jing, Liu Xuemin, Gu Haiyang* (113)
- Design of Injection Mould for Temperature Controller Shell ..... *Huang Jizhan, Fan Yu, Xiao Genxian* (118)

### Analysis & Ageing

- Filtration Performance of PVDF/GO Composite Membrane based on Experiment Combined with Density Functional Theory ..... *Lin Xiuling, Meng Ge, Shi Jiali, et al.* (125)
- Corrosion Resistance Mechanism of Fluorinated Polymer Materials in Concentrated Sulfuric Acid Medium ..... *Zong Renzhe, Wang Zhiqiang, Cai Shangmai, et al.* (132)

### Fillers & Additives

- Application of Hydrogenated Cardanol-Nitrogen Heterocyclic Antioxidants in Polypropylene ..... *He Yulin, Zeng Xuemei, Xiang Benhao, et al.* (140)
- Effect of Epoxy Resin Interface Modifier on Properties of PPS/CFF Composites ..... *Xiang Zhidong, Tao Yuanda, Bian Xiangcheng, et al.* (148)
- Effects of Nucleating Agent and Chain Extender on Properties of PLA/PBAT Blends ..... *Liu Fengyu* (154)
- Preparation of Thermoreversible Xanthate Chain Transfer Agent and Its Application in VDF Polymerization ..... *Zhai Congcong, Lin Shuai, Yang Han, et al.* (160)

### Summary

- Research Progress of Mechanical Properties Modification of Recycled PET ..... *Zhao Tianjiao, Dong Yapeng, Wang Shuhui, et al.* (167)
- Research Progress in PLA and PBAT Blending Modification ..... *Zhang Yu, He Jimin, Zhou Qi, et al.* (173)
- Research Progress in Preparation and Application of Natural Fiber Reinforced Thermoplastic Composites ..... *Zhang Meng, Feng Bingtao, Wang Xiaoke, et al.* (179)
- Research Progress in Preparation and Application of Antimicrobial Polypropylene ..... *Long Siyu, Zeng Shu, Zhong Anlan, et al.* (186)

## ● 碳纤维复合材料缠绕制品简介：

中国兵器工业集团第五三研究所是国内最早从事复合材料制品应用研究的单位之一，50多年来为中国军工产品和民用产品做出了重大贡献。所属的风电设备研发中心（公司）是以复合材料缠绕制品研究和应用开发的专门研究、生产部门，以强大的军品科研队伍和先进的科研成果为后盾、以先进的专业设备为保障，现有进口四坐标数控、五坐标数控及国产数控等多种型号纤维缠绕机六台。多年来研制生产的缠绕制品除大量应用于武器装备以外，利用军工技术开发的风力发电机叶片碳纤维复合材料连接轴（碳管）、测井用碳纤维复合材料浮筒管、机床碳纤维复合材料安全栓、冷却塔风机用碳纤维复合材料联轴器、油井碳纤维复合材料抽油管等高强度、高性能、耐高温、高压的产品在市场上受到用户的青睐和大批量采用。所研发的碳纤维复合材料产品性能如下：拉伸强度 $\geq 700\text{Mpa}$ ；拉伸模量 $\geq 84\text{Gpa}$ ；弯曲强度 $\geq 1800\text{Mpa}$ ；弯曲模量 $\geq 150\text{Gpa}$ ；层间剪切强度 $\geq 70\text{Gpa}$ ；使用温度 $120\text{-}300^\circ\text{C}$ 。

我们的宗旨是质量第一、用户至上，以最先进的技术、设计和优质的服务为您提供理想的产品。

## ● 产品简介：

### 一、 风力发电机叶片用碳纤维复合材料连接轴

五三所是国内最早研制开发风力发电机叶片碳纤维复合材料连接轴的单位，该产品具有高强度、高刚性和高疲劳强度的特点，产品综合性能指标达到或超过国外同类产品，主要有600KW、750KW、1.0MW、1.3MW等用于不同型号的风力发电机，十年来大型风力发电机上已装机应用了一万多根，取得了良好的社会效益和经济效益。

### 二、 冷却塔风机用碳纤维复合材料联轴器

五三所生产的大型冷却塔风机碳纤维复合材料联轴器，是采用先进制造工艺技术研制开发的高技术产品，其综合性能指标达到或超过国外同类产品，是冷却塔风机行业钢质联轴器的升级换代产品。具有高刚性、超强的抗疲劳强度、耐腐蚀、重量轻、纠偏性能好、跨度大等特点。已经大量用于出口冷却塔和国内大型冷却塔的风机动力传动。

### 三、 油田井下探测仪器用浮筒管和油井抽油杆

上世纪九十年代五三所就研制出玻纤复合材料浮筒管代替浮力较小的金属浮筒管产品，并大量应用于油田井下测井仪器，现在研制的碳纤维复合材料浮筒管具有高强度，轻质（高浮力）、耐高温高压（耐压强度 $\geq 80\text{Mpa}$ ）特性，被广泛用于替代铝质浮筒管；研制的油井抽油杆重量轻、强度高、耐高温和耐磨性良好，较钢质油井抽油杆在使用周期方面具有十分明显的优势和节能效果。

### 四、 机床用承力安全栓

承力安全栓是五三所应济南二机床集团的出口产品需求而设计、研制的碳纤维复合材料承力件，现已被“中国一重集团”、“济南二机床集团”等大型机床生产企业的出口产品广泛采用。该产品具有重量轻、强度高、刚度高和承载能力强等特点，受到国内外用户的青睐。